

---

**PENURUNAN KADAR COD DAN TSS PADA LIMBAH INDUSTRI PENCUCIAN PAKAIAN  
(LAUNDRY) DENGAN METODE *CONSTRUCTED WETLAND* MENGGUNAKAN  
TANAMAN BINTANG AIR (*Cyperus alternifolius*)**

**Dita Mutiara<sup>\*)</sup>; Endro Sutrisno<sup>\*\*)</sup>; Irawan Wisnu Wardhana<sup>\*\*)</sup>**

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto, S.H Tembalang - Semarang, Indonesia 50275

email: [ditamutiara24@gmail.com](mailto:ditamutiara24@gmail.com)

**Abstrak**

Semakin banyaknya industri pencucian pakaian (Laundry) akibat meningkatnya populasi manusia, mengakibatkan semakin banyak pula limbah yang dihasilkan. Detergen yang digunakan pada industri pencucian pakaian dapat menyebabkan limbah yang dapat berbahaya bagi lingkungan. Salah satu teknologi yang murah, efektif dan efisien bagi masyarakat untuk mencegah limbah laundry adalah Constructed wetlands. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan konsentrasi dan efisiensi COD dan TSS pada Wetlands dengan media campuran sedimen muara, tanah, dan potongan bambu, dengan variasi jumlah tanaman *Cyperus alternifolius*. Penelitian yang dilakukan dengan skala laboratorium ini menggunakan 2 reaktor, yaitu Reaktor A dengan sistem batch dan Reaktor B dengan sistem kontinyu. Waktu pengambilan sampel dilakukan setiap 48 jam selama 8 hari. Metode Constructed Wetland menggunakan tanaman *Cyperus alternifolius* dengan media media campuran sedimen muara, tanah, dan potongan bambu ini mampu menyisihkan konsentrasi COD sebesar 94,8% pada hari ke-8 dengan jumlah tanaman 89 di reaktor 1A dan untuk penurunan TSS sebesar 87,8% pada hari ke-6 dengan jumlah tanaman 84 di reaktor 1B.

**Kata Kunci :** Constructed Wetlands, Limbah laundry, *Cyperus alternifolius*.

**Abstract**

**[A Reduced Concentration of COD and TSS in The Laundry Waste Water Using Constructed Wetlands With *Cyperus alternifolius* Plants]**

The increasing number of laundry opened due to the increasing of human population resulting in a lot more waste water generated. Detergents used in washing clothing industry can lead to contaminants contained waste water that can be harmful to the environment. One technology that is cheap, effective and efficient for society to treat waste water from laundry is constructed wetland. This study aims to determine the efficiency and the decrease of COD and TSS concentration in laundry's waste after processed in constructed wetland with mixed media estuarine sediment, soil, and pieces of bamboo, with variations in the number of plant *Cyperus alternifolius*. Research carried out by a laboratory scale using two reactors, is Reactors A with batch systems and Reactor B with continuous system. Sampling conducted every 48 hours, for eight days. The results from processing laundry waste using Constructed wetland with *Cyperus alternifolius* and media estuarine sediments, soil and bamboo cuts, is able to set aside a concentration COD is 94.8% on the 8th day with 89 plants in reactor 1A and to a decrease in the concentrations of TSS is 87.8% on the 6th day with 84 plants in Reactor 1B.

**Keywords :** Constructed Wetlands, Laundry, *Cyperus alternifolius*

## PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan dan urbanisasi penduduk di wilayah perkotaan, membawa perubahan bagi pola hidup masyarakat. Dengan semakin tingginya jam kerja dan aktivitas yang dilakukan di kota besar, masyarakat tak mampu lagi melakukan kegiatan rumah tangga secara mandiri. Hal ini menyebabkan meningkatnya permintaan masyarakat atas layanan jasa rumah tangga, salah satunya adalah industri pencucian pakaian (*laundry*). Dengan meningkatnya jumlah usaha industri *laundry* yang menghasilkan limbah cair sisa penggunaan detergen, maka limbah cair *laundry* yang dihasilkan semakin banyak setiap harinya. Peningkatan jumlah limbah akibat pencucian pakaian yang dihasilkan ini memiliki dampak langsung kepada lingkungan apabila tidak dikelola dan diolah dengan baik karena limbah *laundry* ini dapat mencemari badan air dan tanah. (Dessy, 2008)

Beberapa kandungan pencemar yang terdapat di dalam limbah cair *laundry* ini adalah kandungan COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*). Keberadaan COD dan TSS dalam konsentrasi tinggi dan melebihi baku mutu yang telah ditetapkan di badan air dapat menyebabkan terjadinya pencemaran dan kematian terhadap organisme air. Kandungan COD yang tinggi akan mengurangi kemampuan badan air dalam menjaga ekosistem yang ada. Analisis COD diperlukan untuk menentukan beban

pencemaran dan untuk merancang sistem penanganan air limbah secara biologis. Oleh sebab itu, dilakukan suatu usaha pengolahan limbah yang bertujuan untuk mengolah kandungan COD dan TSS tersebut agar didapatkan kandungan COD dan TSS yang sesuai dengan baku mutu. (Mahida, 1981)

Oleh itu dibutuhkan suatu teknologi pengolahan limbah yang murah, efektif dan efisien yang dapat digunakan oleh masyarakat. Salah satu teknologi alternatif yang dapat digunakan dan perlu dikembangkan di Indonesia salah satunya adalah *constructed wetland* atau lahan basah buatan, metode ini adalah salah satu teknologi yang memenuhi kriteria murah, efektif dan efisien.

Terdapat dua jenis lahan basah buatan (*constructed wetland*) yaitu jenis aliran permukaan (*Surface Flow*) dan aliran bawah permukaan (*Sub Surface Flow*). Sistem Lahan Basah Aliran Permukaan (*Surface Flow -Wetlands*) merupakan salah satu sistem pengolahan air limbah jenis Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetlands*), dimana prinsip kerja sistem pengolahan limbah tersebut dengan memanfaatkan simbiosis antara tumbuhan air dengan mikroorganisme dalam media di sekitar sistem perakaran (*Rhizosphere*) tanaman tersebut. Bahan organik yang terdapat dalam air limbah akan dirombak oleh mikroorganisme menjadi senyawa lebih sederhana dan akan dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai nutrient, sedangkan sistem perakaran tumbuhan air

akan menghasilkan oksigen yang dapat digunakan sebagai sumber energi/katalis untuk rangkaian proses metabolisme bagi kehidupan mikroorganisme (Supradata, 2005).

## METODE PENELITIAN

Secara keseluruhan pelaksanaan penelitian dibagi dalam tiga tahapan, meliputi :

### 1. Tahap persiapan

Pada tahap ini dilakukan persiapan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Alat-alat yang akan digunakan meliputi persiapan reaktor, berjumlah delapan buah yang masing-masing berukuran panjang 120 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 50 cm. Reaktor terbuat dari rangka kayu yang dilapisi plastik. Persiapan tanaman *Cyperus alternifolius*, dan persiapan media tumbuh berupa sedimen muara, tanah, dan potongan bambu, serta pengambilan sampel penelitian.

### 2. Tahap Pelaksanaan

Dilakukan tahap aklimatisasi tanaman *Cyperus alternifolius* untuk menyesuaikan tanaman dengan media tumbuh yang baru selama 1 minggu. Setelah 1 minggu dilakukan pengurusan dan pengisian kembali reaktor dengan air limbah, kemudian dibiarkan selama 2 minggu. Ketinggian muka air limbah dari dasar reaktor adalah 45 cm sehingga muka air limbah berada di atas permukaan media.

*Running* dilakukan selama 8 hari setelah aklimatisasi, proses *running* ini disesuaikan dengan waktu pengambilan sampel, yaitu pada

2 hari, 4 hari, 6 hari, dan 8 hari, dengan pengamatan yang dilakukan setiap hari.

Reaktor penelitian sebanyak 8 reaktor dimana masing-masing reaktor terdapat jumlah tanaman yang berbeda. Reaktor 1A dengan jumlah tanaman sebanyak 89 tumbuhan, Reaktor 2A sebanyak 88 tumbuhan, Reaktor 3A sebanyak 26 tumbuhan, serta Reaktor 1B dengan jumlah tanaman sebanyak 84 tumbuhan, Reaktor 2B sebanyak 42 tumbuhan, Reaktor 3B sebanyak 35 tumbuhan, Reaktor 4B sebanyak 42 tumbuhan, dan Reaktor Kontrol yang tidak terdapat tanaman *Cyperus alternifolius*. Reaktor kontrol digunakan untuk membandingkan penurunan konsentrasi COD maupun TSS dengan masing-masing reaktor uji.

### 3. Analisis data

Pada tahapan ini dilakukan analisis data yang telah diperoleh dari proses *running*, yaitu data konsentrasi COD dan TSS, serta data pH dan suhu pada limbah *laundry*. Analisis data dilakukan untuk mengetahui seberapa besar penurunan konsentrasi COD dan TSS dalam *effluent* limbah laundry, serta pengaruh media dan jumlah tanaman dalam upaya peningkatan kualitas air dengan sistem *batch* pada Reaktor A dan sistem kontinyu pada Reaktor B, dalam *SF-wetlands*. Analisis data dilakukan dengan menggunakan *microsoft excel*

Analisis dengan *microsoft excel* dilakukan dengan membuat grafik hubungan konsentrasi

masing-masing variabel (COD dan TSS) terhadap jumlah tanaman di dalam reaktor.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Karakteristik Limbah *Laundry*

Pada tahap *running* dilakukan pengukuran karakteristik awal limbah terhadap konsentrasi COD dan TSS. Hasil analisa karakteristik awal air limbah *laundry* dapat dilihat pada dibawah ini :

Hasil Uji Karakteristik Awal Air Limbah *Laundry*

No.	Parameter	Hasil Uji	Satuan	Baku Mutu (Perda Jateng No.5 Tahun 2012)	Keterangan
1.	COD	86,9	mg/l	180	Memenuhi
2.	TSS	82	mg/l	60	Tidak Memenuhi
3.	pH	9,3	-	6 - 9	Tidak Memenuhi

Dari data karakteristik awal air *laundry* diatas dapat dilihat bahwa konsentrasi TSS dan nilai pH berada diatas baku mutu. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan lanjutan untuk mengurangi konsentrasi TSS.

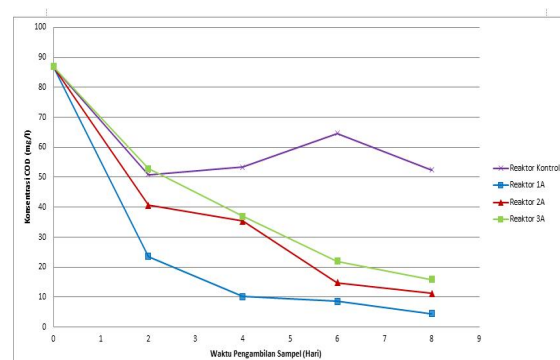
### 2. Pengaruh Jumlah Tanaman dan Waktu Pengambilan Sampel Terhadap COD

Dari penelitian diperoleh data-data hasil penurunan COD untuk Reaktor A dan Reaktor B dapat dilihat pada grafik sebagai berikut :

Tabel 4.3

Hasil Uji COD Reaktor A

Reaktor	Tanaman	Hari ke -				
		0 (Inlet)	2	4	6	8
Kontrol (mg/l)	0	86,9	50,8	53,4	64,7	52,4
Reaktor 1A (mg/l)	89	86,9	23,6	10,2	8,65	4,54
Reaktor 2A (mg/l)	88	86,9	40,6	35,4	14,8	11,2
Reaktor 3A (mg/l)	26	86,9	52,9	37	22	15,9

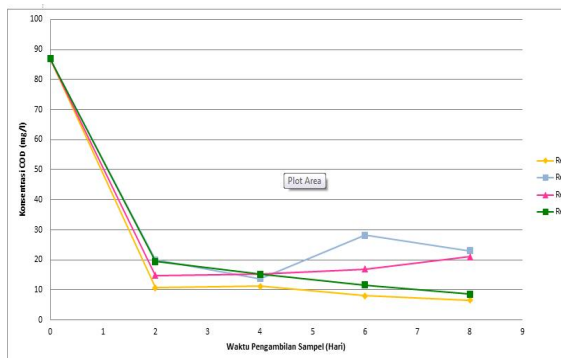


Gambar 1. Grafik Perubahan Konsentrasi COD Reaktor A

Tabel 4.4

Hasil Uji COD Reaktor B

Reaktor	Tanaman	Debit	Hari ke-				
			0 (Inlet)	2	4	6	8
Reaktor 1B (mg/l)	84	0,17 L/jam	86,9	10,7	11,2	8,14	6,59
Reaktor 2B (mg/l)	42	0,25 L/jam	86,9	20	13,8	28,2	23,1
Reaktor 3B (mg/l)	35	0,33 L/jam	86,9	14,8	15,3	16,9	21
Reaktor 4B (mg/l)	42	0,83 L/jam	86,9	19,5	15,3	11,7	8,65



**Gambar 2. Grafik Perubahan Konsentrasi COD Reaktor B**

Berdasarkan pada grafik dapat dilihat penurunan konsentrasi COD terjadi secara bertahap pada setiap reaktor dan kontrol. Penurunan COD terkecil terjadi pada Reaktor 1A dengan jumlah tanaman 89 dan konsentrasi COD sebesar 4,54 mg/l dengan efisiensi 94,8%. Untuk Reaktor B penurunan terjadi pada Reaktor 1B dengan jumlah tanaman 84 dan konsentrasi COD sebesar 6,59 mg/l dengan debit aliran sebesar 0,17 L/jam dan efisiensi sebesar 92,4%.. Hal ini menjelaskan bahwa jumlah tanaman mempengaruhi kualitas penurunan COD. Penurunan COD ini juga berkaitan dengan waktu pengambilan sampel yaitu berada pada hari ke-8. Penurunan konsentrasi COD di dalam reaktor dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroorganisme dan adanya tanaman dalam *wetlands*. Selain mikroorganisme dan tanaman, terdapat faktor lain yang mendukung proses penguraian bahan organik yaitu oksigen, oksigen dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik karbon yang terkandung dalam limbah secara aerobik oleh mikroorganisme. Suplai oksigen diperoleh

mikroorganisme dari hasil proses fotosintesis tanaman, air, alga, dan biofilm, selain itu oksigen juga berasal dari proses difusi langsung dari atmosfer ke permukaan air, serta adanya raerasi dan translokasi oksigen menuju lapisan rhizosfer.

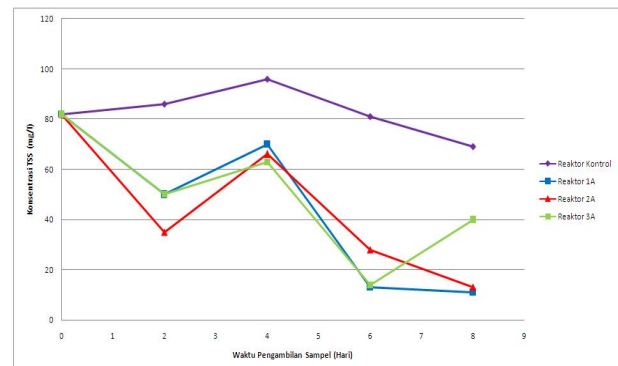
### 3. Pengaruh Jumlah Tanaman dan Waktu Pengambilan Sampel Terhadap TSS

Berdasarkan uji laboratorium, Waktu pengambilan sampel berpengaruh terhadap besarnya efisiensi penurunan kadar TSS pada reaktor. Semakin lama waktu pengambilan sampel, maka konsentrasi kadar TSS yang dapat disisihkan oleh mikroorganisme yang tumbuh melekat pada media didalam reaktor akan semakin meningkat. Dapat dilihat pada grafik sebagai berikut :

**Tabel 4.8**

**Hasil Uji TSS Reaktor A**

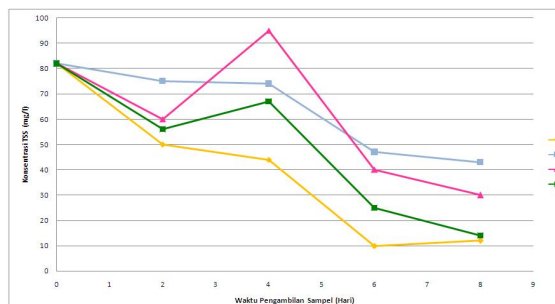
Reaktor	Tanaman	Hari ke-				
		0 (Inlet)	2	4	6	8
Kontrol (mg/l)	0	82	86	96	81	69
Reaktor 1A (mg/l)	89	82	50	70	13	11
Reaktor 2A (mg/l)	88	82	35	66	28	13
Reaktor 3A (mg/l)	26	82	50	63	14	40



### Gambar 3. Grafik Perubahan Konsentrasi TSS Reaktor A

Tabel 4.9  
Hasil Uji TSS Reaktor B

Reaktor	Tanaman	Debit	Hari ke-			
			0 (Inlet)	2	4	6
Reaktor 1B (mg/l)	84	0,17 L/jam	82	50	44	10
Reaktor 2B (mg/l)	42	0,25 L/jam	82	75	74	47
Reaktor 3B (mg/l)	35	0,33 L/jam	82	60	95	40
Reaktor 4B (mg/l)	42	0,83 L/jam	82	56	67	25



### Gambar 4. Grafik perubahan Konsentrasi TSS Reaktor B

Berdasarkan pada grafik dapat dilihat penurunan konsentrasi TSS terjadi secara bertahap pada setiap reaktor dan kontrol. Penurunan konsentrasi TSS didalam *Constructed Wetlands* terjadi karena adanya proses fisika yaitu proses sedimentasi, filtrasi, intersepsi, dan flokulasi. Penurunan TSS terkecil terjadi pada Reaktor 1A dengan jumlah tanaman 89, konsentrasi TSS sebesar 11 mg/l dengan efisiensi penurunan 86,6%. Untuk Reaktor B penurunan terjadi pada Reaktor 1B dengan jumlah tanaman 84 dan konsentrasi TSS sebesar 10 mg/l serta debit aliran sebesar 0,17 L/jam, efisiensi penurunan sebesar 87,8%. Hal ini menjelaskan bahwa

jumlah tanaman dan waktu pengambilan sampel mempengaruhi kualitas penurunan TSS.

Dengan aliran yang pelan maka padatan tersuspensi akan membentuk flok-flok dengan diameter yang semakin lama semakin membesar (proses flokulasi) dan semakin berat, yang akhirnya akan mengendap didasar *wetlands* dan membentuk sedimen (proses sedimentasi). Partikel yang lebih ringan akan ikut terbawa oleh air dan tertahan oleh tanaman lalu mengendap. Sedangkan partikel yang lebih kecil lagi akan terserap pada lapisan biofilm yang menempel pada permukaan tanah dan reaktor.

Padatan tersuspensi di dalam *Wetlands* terjadi apabila ada kematian dari invertebrata, batang atau daun tanaman yang jatuh, produksi plankton dan mikroba di dalam reaktor atau menempel dalam permukaan tanaman, dan senyawa kimia yang tersepitasi (US EPA, 2012). Debit maupun pola aliran air limbah setiap reaktor akan dapat berbeda-beda, tergantung keseragaman ukuran media maupun sistem perakaran tanaman yang terbentuk.

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa penurunan kadar COD terbesar terdapat pada Reaktor 1A dengan jumlah tanaman 89, konsentrasi COD setelah pengolahan yaitu 4,54 mg/l dengan efisiensi yang terjadi sebesar



94,8%. Pada konsentrasi TSS terjadi penurunan terbesar pada Reaktor 1B dengan jumlah tanaman 84 dan debit 0,17 L/jam, konsentrasi TSS setelah pengolahan yaitu 10 mg/l dengan efisiensi sebesar 87,8%. Dalam hal ini jumlah tanaman dan media mempengaruhi efisiensi penurunan COD dan TSS.

#### SARAN

1. Penggunaan bak sebagai reaktor penelitian dapat diganti dengan kaca atau ember yang lebih kuat untuk menghindari terjadinya kebocoran.
2. Apabila ingin melakukan penelitian lebih lanjut mengenai *wetland*, dapat memvariasikan waktu pengambilan sampel lebih lama.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdulgani, Hamdani. 2013. *Perbaikan Kualitas Air Limbah Industri Kerupuk dengan Sistem Subsurface Flow Constructed Wetland Menggunakan Tumbuhan Typha angustifolia*. Tesis Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang
- Alaerts dan Sumestri, S. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional : Surabaya
- Anggraeni, M. 2014. *Pengolahan Effluent dari IPAL Industri Farmasi Dengan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands). Menggunakan Tumbuhan Cyperus alternifolius dan Canna Indica.L*. Tesis Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang
- Effendi,H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius: Yogyakarta
- Ginting, Ir. Perdana. 2007. *Sistem Pengolahan Lingkungan Dan Limbah Industri*, Cetakan pertama. Yrama Widya : Bandung
- Khiatuddin, M. 2003. *Melestarikan Sumber Daya Air dengan Teknologi Rawa Buatan*. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
- Mangkoe dihardjo, S. dan Samudro, G..2010. *Fitoteknologi Terapan*. Graha Ilmu : Jogjakarta
- Metcalf & Eddy. 1993. *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*. McGraw-HillComp
- Nurul,E. H. dan Aditya, W. 2010. *Potensi dan Pengaruh Tanaman pada Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Sistem Constructed Wetland*. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.2 No.2 Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No.5 Tahun 2012 tentang Perubahan atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah
- Sugiyono, Prof, Dr. 2010. *Statistika Untuk Penelitian*. Alfabeta, Bandung

- Supradata. 2005. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus alternifolius, L. Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands)*. Tesis Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang
- Suprihatin, H. 2014. *Penurunan Konsentrasi BOD Limbah Domestik Menggunakan Sistem Wetland Dengan Tanaman Hias Bintang Air (Cyperus altenifolius)*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Pembangunan Surabaya, Surabaya
- US EPA. 2012. *A Handbook of Constructed Wetlands*. United States Office Of Water Environmental Protection Agency
- Vymazal,J., Kropfelova, L 2007. *Wastewater Treatment In Constructed Wetlands With Horizontal Sub-Surface Flow*. Ecological Engineering.